

МКИ<sup>6</sup>: G 21 F 9/16

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСТЕКЛЫВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ИОНООБМЕННЫЕ СМОЛЫ

Заявляемое устройство относится к области охраны окружающей среды, а точнее к области переработки радиоактивных отходов (РАО) путём их фиксации в устойчивой твёрдой среде. Наиболее эффективно заявляемое устройство может быть реализовано при остекловывании смесей гомогенных жидких радиоактивных отходов (ЖРО) (протечки, растворы от регенерации, дезактивации, ЖРО радиохимических производств) и гетерогенных ЖРО, содержащих радиоактивные ионообменные смолы (РИОС) (в составе гетерогенных ЖРО помимо РИОС могут присутствовать также и другие отработанные фильтроматериалы, а именно радиоактивные перлит, активированный уголь, грунт) (1).

Известно устройство для остекловывания ЖРО, включающее керамический водоохлаждаемый зонный плавитель с молибденовыми электродами и сливным узлом, расположенным выше уровня днища плавителя, барботёр с трубчатым холодильником, фильтры грубой и тонкой очистки, колонну для улавливания четырёхоксида рутения и колонну для улавливания окислов азота (2).

Недостатками известного устройства являются его невысокая производительность при относительно небольших габаритах плавителя, т.к. необходимая энергия подводится через поверхность расплава и производительность напрямую зависит от площади поверхности варочной зоны или повышенная громоздкость плавителя, обеспечивающая повышение его производительности.

Известно устройство для остекловывания ЖРО, включающее выпарной аппарат, трубчатый теплообменник, калорифер, сушилку - кальцинатор, фильтр МКФ, печь индукционного нагрева с размещённым в ней керамическим тиглем, ресивер, барботаж. - абсорбционную колонну и фильтры грубой и тонкой очистки (3).

Недостатками известного устройства являются его невысокая производительность, связанная с периодичностью работы из-за того, что керамический тигель является одновременно контейнером предназначенным для последующего долгосрочного хранения радиоактивной стекломассы, а также потенциальная опасность работы устройства из-за значительного пылеобразования и повышенной коррозии керамического тигля в процессе плавки стекла.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является устройство для остекловывания ЖРО, включающее ёмкость гомогенных ЖРО, ёмкость добавок для кальцинации, ёмкость - смеситель, снабжённую дозатором, аппарат обезвоживания ( роторный кальцинатор ), ёмкость - пылесборник, ёмкость со стеклообразователями ( стеклофриттой ), шлюзовой дозатор стеклообразователей, металлический тигель с неподвижным индуктором, имеющий донный сливной патрубок, снабжённый охлаждающей рубашкой и собственным индуктором, а также узел обезвреживания отходящих газов, включающий устройство-обеспыливатель, конденсатор системы фильтрации, ёмкость конденсатора системы фильтрации и газоочистку, состоящую из системы фильтрации газов (4).

Известное устройство работает следующим образом.

ЖРО из ёмкостей гомогенных ЖРО, а также добавки для кальцинации подают в ёмкость - смеситель, снабжённую дозатором, откуда полученную смесь подают в аппарат обезвоживания, состоящий из вращающейся обогреваемой трубы, внутри которой имеется устройство для размельчения твёрдого кальцината, представляющее собой свободноперемещающийся стержень. Аппарат обезвоживания обогревают печью сопротивления, разделённой на четыре зоны. Отходящие газы из аппарата обезвоживания направляют в устройство-обеспыливатель, где выделенную из газа пыль собирают в ёмкость - пылесборник и направляют в ёмкость - смеситель. Обеспыленные отходящие газы направляют в конденсатор системы фильтрации, в систему фильтрации газов и выпускают в атмосферу. Конденсат из конденсатора системы фильтрации собирают в ёмкость конденсатора системы фильтрации и направляют в ёмкости гомогенных ЖРО. Стеклообразователи из ёмкости со стеклообразователями с помощью шлюзового дозатора подают совместно с кальцинатом ЖРО, выходящим из аппарата обезвоживания, в

металлический тигель с неподвижным индуктором. Первую порцию кальцината ЖРО и стеклообразователей используют для создания стартового расплава в металлическом тигле с неподвижным индуктором, после чего на поверхность расплава подают последующие порции кальцината ЖРО и стеклообразователей, а отходящие газы из металлического тигля с неподвижным индуктором направляют в аппарат обезвреживания. Слив расплава готового радиоактивного стекла, получаемого при  $1100^{\circ} - 1150^{\circ} \text{C}$  осуществляют периодически после накопления в тигле 120 кг стекла через донный сливной патрубок. Для обеспечения надёжности слива последний проводят при включённом индукторе донного сливного патрубка. В конце слива после того, как в тигле остаётся примерно 5 кг стеклорасплава индуктор донного сливного патрубка выключают и подают воду в охлаждающую рубашку донного сливного патрубка, за счёт чего происходит образование стеклопробки и единичный цикл остекловывания ЖРО заканчивают, после чего вышеописанный цикл повторяют, причём охлаждение донного сливного патрубка осуществляют в течение времени, необходимого для полного проплавления всей стекломассы.

Недостатками известного устройства являются:

**повышенная опасность работы устройства, связанная с:**

- использованием в качестве аппарата обезвреживания роторного кальцинатора, являющегося источником значительного образования радиоактивной пыли и из продукта работы которого (кальцината) при его подаче на поверхность расплава в металлическом тигле с неподвижным индуктором происходит интенсивный унос радиоактивных аэрозолей и летучих форм радионуклидов, в особенности цезия (5);
- повышенной коррозией металлического тигля с неподвижным индуктором (особенно в момент создания стартового расплава в начале каждого цикла плавки и в момент подачи воды в охлаждающую рубашку донного сливного патрубка в конце слива).

**пониженная производительность устройства по конечному продукту, связанная с:**

- тем, что из-за неудачной конструкции донного сливного патрубка, полностью опорожняющего металлический тигель с неподвижным индуктором, требуется повышенное время на проведение каждого последующего цикла плав-

ки стекла из-за необходимости создания каждый раз новой порции стартового стеклорасплава;

- тем, что из-за неудачной конструкции донного сливного патрубка требуется повышенное время между двумя единичными циклами плавления стекломассы, необходимое для создания стеклопробки;
- отсутствием в составе известного устройства аппарата или узла, обеспечивающего высокую степень дисперсности продукта, направляемого на остекловывание (свободноперемещающийся стержень роторного кальцинатора известного устройства позволяет получать кальцинат ЖРО с пониженной степенью дисперсности, что приводит к повышенным затратам времени для его проплавления и включения в стекломатрицу);
- неподвижностью индуктора металлического тигля (при неподвижном индукторе температура на постоянно поднимающейся в процессе работы поверхности стеклорасплава, куда подают кальцинат ЖРО со стеклообразователями, из-за снижения напряжённости электромагнитного поля будет постепенно уменьшаться, в результате чего время единичного цикла плавки будет увеличиваться);

**пониженная производительность устройства по исходным перерабатываемым ЖРО** связанная с:

- неудачным размещением конденсатора системы фильтрации перед системой фильтрации газов (в этом случае образуются вторичные радиоактивные отходы (радиоактивный конденсат), которые подают в обогреваемые ёмкости исходного раствора ЖРО для повторной переработки);

**ненадёжность работы устройства**, связанная с:

- отсутствием в сливном устройстве конструктивного элемента, предназначенного для закрытия сливного отверстия (в известном устройстве в процессе работы сливное отверстие может самопроизвольно открыться за счёт несанкционированного удаления стеклопробки, например, в результате разрушения или местного перегрева);

**ограниченность применимости устройства для остекловывания различных типов ЖРО**, связанная с:

- остановкой работы аппарата обезвоживания из-за его забивки высоковязкими продуктами термического разложения РИОС и даже опасностью их возгорания при переработке ЖРО, содержащих РИОС;
- невозможностью переработки ЖРО с повышенным содержанием нитрат- и хлорсодержащих компонентов ввиду отсутствия в устройстве аппаратов, обеспечивающих очистку отходящих газов от летучих нитрозных и хлорсодержащих компонентов.

Преимуществами заявляемого устройства являются:

- **повышение безопасности работы устройства;**
- **повышение производительности работы устройства по исходным перерабатываемым ЖРО и по конечному продукту;**
- **повышение надёжности работы устройства;**
- **расширение применимости устройства для переработки различных по составу радиоактивных отходов.**

Указанные преимущества обеспечиваются за счёт того, что заявляемое устройство содержит ёмкость гомогенных ЖРО, ёмкость аппарата обезвоживания, аппарат обезвоживания, сепаратор, конденсатор аппарата обезвоживания, ёмкость со стеклообразователями, дозатор стеклообразователей, ёмкость гетерогенных ЖРО, дозатор гетерогенных ЖРО, ёмкость-смеситель, ёмкость - накопитель, вихревой аппарат ( 6 ), питатель, металлический кожух, холодный тигель ( 7 ) с подвижным индуктором, печь отжига, приёмные контейнеры, систему фильтрации ( фильтры грубой и тонкой очистки ), конденсатор системы фильтрации, ёмкость конденсатора системы фильтрации, абсорбционную установку, подогреватель, каталитический реактор и конденсатор каталитического реактора.

Ёмкость гомогенных ЖРО соединена со входом ёмкости аппарата обезвоживания, которая своим выходом соединена с жидкостным входом аппарата обезвоживания, подсоединённого через газоотводной выход последовательно к сепаратору и конденсатору аппарата обезвоживания, а через выход концентрата гомогенных ЖРО - к ёмкости аппарата обезвоживания. Магистраль, соединяющая выход ёмкости аппарата обезвоживания с жидкостным входом аппарата обезвоживания соединена с ёмкостью-смесителем, к которой подсоединены через дозатор стеклообразователей

ёмкость со стеклообразователями и через дозатор гетерогенных ЖРО ёмкость гетерогенных ЖРО. Выход ёмкости-смесителя подсоединён через ёмкость-накопитель к входу вихревого аппарата, который своим выходом через питатель соединён с холодным тиглем с подвижным индуктором, размещённым внутри металлического кожуха. Механизм перемещения подвижного индуктора холодного тигля имеет электрическую связь с питателем и представляет собой подъёмно-опускное устройство, включающее электропривод, редуктор и ходовой винт с расположенной на нём опорной гайкой, механически связанной с подвижным индуктором. Металлический кожух через отверстие в донной части соединён с печью отжига, внутри которой находятся приёмные контейнеры. Газоотводной выход холодного тигля с подвижным индуктором соединён с системой фильтрации. Система фильтрации газовым выходом через конденсатор системы фильтрации соединена с ёмкостью конденсатора системы фильтрации, которая своим газовым выходом соединена с газовым входом абсорбционной установки, подогревателем, каталитическим реактором и конденсатором каталитического реактора, а выходом конденсата - с системой циркуляции промывной жидкости абсорбционной установки. Выход фильтрата системы фильтрации соединён со входом холодного тигля с подвижным индуктором. Узел обезвреживания отходящих газов устройства выполнен отдельным и состоит из узла обезвреживания отходящих газов аппарата обезвреживания (сепаратор и конденсатор аппарата обезвреживания) и узла обезвреживания отходящих газов холодного тигля с подвижным индуктором (система фильтрации, конденсатор системы фильтрации, ёмкость конденсатора системы фильтрации, абсорбционная установка, подогреватель, каталитический реактор и конденсатор каталитического реактора).

Холодный тигель с подвижным индуктором состоит из холодного тигля, крышки холодного тигля, сливного устройства и подвижного индуктора.

Сливное устройство состоит из сливной трубки, снабжённой водоохлаждаемой рубашкой, верхней крышки, нижней крышки и водоохлаждаемого сливного затвора.

Верхняя крышка сливного устройства, расположенная выше уровня дна холодного тигля с подвижным индуктором, закрывает сверху сливную трубку и водоохлаждаемую рубашку и имеет в своём составе отверстия для вывода охлаждающей воды и цилиндрический канал для слива стеклорасплава, расположенный внутри усечённого конуса, являющегося частью корпуса верхней крышки и размещённого таким образом, что его меньшее основание находится внутри сливной трубки, причём сливная трубка и усечённый конус корпуса верхней крышки с цилиндрическим каналом для слива стеклорасплава расположены коаксиально.

Нижняя крышка закрывает снизу водоохлаждаемую рубашку, встроена в днище холодного тигля с подвижным индуктором и имеет отверстие для вывода сливной трубки за пределы корпуса холодного тигля с подвижным индуктором.

Водоохлаждаемая рубашка состоит из имеющей отверстия для подвода воды "U" - образной стенки, торцевые части которой соединены плоской стенкой, и которой водоохлаждаемая рубашка встроена в корпус холодного тигля с подвижным индуктором таким образом, что водоохлаждаемые трубки корпуса холодного тигля с подвижным индуктором соединены с отверстиями для подвода охлаждающей воды "U"- образной стенки и отверстиями для вывода охлаждающей воды верхней крышки, а сама плоская стенка водоохлаждаемой рубашки является частью внешней поверхности корпуса холодного тигля с подвижным индуктором.

Водоохлаждаемый сливной затвор состоит из внешней и внутренней соосно расположенных трубок и конусообразного наконечника. Конусообразный наконечник представляет собой элемент, состоящий из двух усечённых конусов и замыкающего конуса. Первый усечённый конус закреплён своим большим основанием на нижнем конце внешней трубки водоохлаждаемого сливного затвора, второй усечённый конус своим большим основанием закреплён на меньшем основании первого усечённого конуса, а замыкающий конус закреплён своим основанием на меньшем основании второго усечённого конуса, причём усечённые конуса выполнены полыми и расположены соосно с замыкающим конусом и трубками водоохлаждаемого сливного затвора.

Водоохлаждаемая рубашка сливного устройства, а также водоохлаждаемый сливной затвор обеспечивают надёжность работы сливного устройства, т.к. в противном случае сливное устройство подвергается интенсивной коррозии и может разрушиться. **"U"-образная стенка водоохлаждаемой рубашки сливного устройства** предотвращает опасность возникновения аварийной ситуации, т.к. при наличии в форме стенки каких-либо углов или, что ещё хуже, угловых соединений (по этим причинам **"U"-образная стенка** представляет собой **цельный** элемент конструкции) в местах их расположения происходит образование зон перегрева, следствием чего может быть разрушение **водоохлаждаемой рубашки**. По тем же самым причинам **плоская стенка водоохлаждаемой рубашки**, имеющая угловые соединения с **"U"-образной стенкой**, встроена в корпус **холодного тигля с подвижным индуктором** таким образом, что является частью его внешней поверхности. Такое расположение **плоской стенки водоохлаждаемой рубашки** исключает контакт её угловых соединений со стеклорасплавом. При любой другой форме **стенки**, не имеющей угловых соединений и исключаяющей её **"U"-образную** форму (синусоидальной и т.п.) в пристеночной зоне будет иметь место повышение температуры расплава (местные перегревы), вызванное увеличением напряжённости электромагнитного поля из-за искажения конфигурации его силовых линий и, как следствие, возникновение постоянного градиента температур по объёму расплава. Следствием указанного явления будет повышенный унос аэрозолей и летучих форм радионуклидов из зоны перегрева, что не обеспечит эффект повышения безопасности работы устройства. В случае применения **"U"-образной** стенки искажения конфигурации силовых линий электромагнитного поля будут незначительны и не вызовут местных перегревов в пристеночной зоне.

Усечённый конус корпуса крышки предотвращает натекание стеклорасплава на внутреннюю поверхность **сливной трубки** и образование в ней стеклопробки. Конструкция **конусообразного наконечника сливного затвора** обеспечивает гарантированное разрушение стеклопробки, образующейся в **цилиндрическом канале усечённого конуса** корпуса верхней крышки **сливного устройства** после каждого слива стеклорасплава.



Сущность заявляемого устройства иллюстрируется чертежами, представленными на фиг. 1 - 3.

На фиг. 1 представлен общий вид устройства;

На фиг. 2 представлен общий вид холодного тигля с подвижным индуктором

На фиг. 3 представлены вид сбоку и вид сверху сливного устройства в разрезе.

Устройство для остекловывания радиоактивных отходов, содержащих ионообменные смолы включает ёмкость гомогенных ЖРО 1, ёмкость аппарата обезвоживания 2, аппарат обезвоживания 3, сепаратор 4, конденсатор аппарата обезвоживания 5, ёмкость со стеклообразователями 6, дозатор стеклообразователей 7, ёмкость гетерогенных ЖРО 8, дозатор гетерогенных ЖРО 9, ёмкость-смеситель 10, ёмкость-накопитель 11, вихревой аппарат 12, питатель 13, металлический кожух 14, холодный тигель с подвижным индуктором 15, печь отжига 16, приёмные контейнеры 17, систему фильтрации 18, конденсатор системы фильтрации 19, ёмкость конденсатора системы фильтрации 20, абсорбционную установку 21, подогреватель 22, каталитический реактор 23 и конденсатор каталитического реактора 24.

Холодный тигель с подвижным индуктором 15 включает холодный тигель 25, крышку холодного тигля 26, подвижный индуктор 27 и сливное устройство 28.

Сливное устройство 28 включает сливную трубку 29, водоохлаждаемую рубашку 30, верхнюю крышку 31, нижнюю крышку 32 и водоохлаждаемый сливной затвор 33.

Водоохлаждаемый сливной затвор 33 включает внешнюю трубку 34, внутреннюю трубку 35 и конусообразный наконечник 36.

Устройство работает следующим образом.

Порцию гомогенных ЖРО, содержащих радиоактивные водорастворимые соли из ёмкости гомогенных ЖРО 1 подаёт в ёмкость аппарата обезвоживания 2, из которой она поступает через жидкостной вход в аппарат обезвоживания 3, в качестве которого используют выпарной аппарат, предпочтительнее плёночный испаритель ( 8 ) или теплообменник типа

“труба в трубе” ( 9 ). При этом вход ёмкости-смесителя 10, через который в неё подают концентрат гомогенных ЖРО перекрывают. В аппарате обезвоживания 3 гомогенные ЖРО подвергают упариванию до нужной степени концентрации, причём упаривание происходит в процессе циркуляции гомогенных ЖРО между ёмкостью аппарата обезвоживания 2 и аппаратом обезвоживания 3. Отходящую парогазовую смесь направляют в сепаратор 4, где её очищают от капель ЖРО, затем в конденсатор аппарата обезвоживания 5, где происходит конденсация пара, после чего газовую фазу сбрасывают в атмосферу. После достижения необходимой степени концентрации гомогенных ЖРО (остаточная влажность 30 - 45% ) перекрывают жидкостной вход аппарата обезвоживания 3 и открывают вход ёмкости-смесителя 10. Концентрат гомогенных ЖРО поступает в ёмкость-смеситель 10, после чего вход ёмкости-смесителя 10 перекрывают, жидкостной вход аппарата обезвоживания 3 открывают, в ёмкость аппарата обезвоживания 2 подают новую порцию гомогенных ЖРО и проводят последующий цикл концентрирования гомогенных ЖРО. Одновременно с концентратом гомогенных ЖРО в ёмкость-смеситель 10 подают из ёмкости со стеклообразователями 6 через дозатор стеклообразователей 7 порцию стеклообразующих добавок, а из ёмкости гетерогенных ЖРО 8 через дозатор гетерогенных ЖРО 9 порцию гетерогенных ЖРО, содержащих РИОС, радиоактивные перлит, активированный уголь и грунт. Полученную смесь перемешивают в ёмкости-смесителе 10 и подают в ёмкость-накопитель 11. В холодном тигле с подвижным индуктором 15 создают стартовый стеклорасплав, после чего радиоактивную смесь из ёмкости-накопителя 11 подают в вихревой аппарат 12, в качестве которого можно использовать вихревые аппараты типа ВА-100, АВС-100, АВС-150 ( 10 ). Обработанную таким образом радиоактивную смесь питателем 13 подают в холодный тигель с подвижным индуктором 15. В процессе подачи радиоактивной смеси в холодный тигель с подвижным индуктором 15 питатель 13, осуществляет автоматическую регулировку уровня расположения подвижного индуктора 27 в зависимости от количества загружаемой смеси. В холодном тигле с подвижным индуктором 15 радиоактивную смесь подвергают нагреву и плавлению до её перехода в стеклорасплав, после чего открывают сливное устройство 28 и че-

рез отверстие в донной части **металлического кожуха 14** стеклорасплав сливают в **приёмные контейнеры 17**, расположенные в **печи отжига 16**. Отходящие газы из **холодного тигля с подвижным индуктором 15** последовательно проходят **систему фильтрации 18**, **конденсатор системы фильтрации 19** и **ёмкость конденсатора системы фильтрации 20**, после чего газовая фаза последовательно проходит через **абсорбционную установку 21**, **подогреватель 22**, **каталитический реактор 23**, **конденсатор каталитического реактора 24** и сбрасывается в атмосферу. В **каталитическом реакторе 23** происходит восстановление остаточных после **абсорбционной установки 21** токсичных нитрозных газов до аммиака, а **подогреватель 22** препятствуя образованию конденсата обеспечивает надёжность работы **каталитического реактора 23**. Фильтрат из **системы фильтрации 18** направляют в **холодный тигель с подвижным индуктором 15**. В **конденсаторе системы фильтрации 19** происходит конденсация водной фазы из отходящих газов **холодного тигля с подвижным индуктором 15**, а в **ёмкости конденсатора системы фильтрации 20** - разделение газо-конденсатной смеси, причём конденсат направляют в качестве подпитки в систему циркуляции промывной жидкости **абсорбционной установки 21**. Отработанную промывную жидкость направляют на сброс. Последующие порции гомогенных и гетерогенных ЖРО направляют на дальнейшую переработку по вышеописанной схеме работы устройства по мере достижения ими необходимой степени концентрирования.

**Холодный тигель с подвижным индуктором 15** работает следующим образом.

В **холодный тигель с подвижным индуктором 15** с предварительно созданным стартовым стеклорасплавом при закрытом **сливном устройстве 28** подают с помощью **питателя 13** из **вихревого аппарата 12** порцию смеси **стеклообразователей, гетерогенных ЖРО и концентрата гомогенных ЖРО**. При этом **питатель 13** в зависимости от количества подаваемой в **холодный тигель с подвижным индуктором 15** смеси осуществляет автоматическую регулировку наиболее оптимального расположения **подвижного индуктора 27** (расположения, при котором достигается максимальный КПД **подвижного индуктора 27**). Подачу смеси **стеклообразователей, гетерогенных**

ЖРО и концентрата гомогенных ЖРО осуществляют до тех пор пока образующейся стекломассой не будет заполнен весь рабочий объём **холодного тигля с подвижным индуктором 15**. Затем открывают **сливное устройство 28** и осуществляют слив стекломассы в **приёмные контейнеры 17**, после чего **сливное устройство 28** закрывают и осуществляют последующий цикл остекловывания. Так как **верхняя крышка 31 сливного устройства 28** расположена выше уровня днища **холодного тигля с подвижным индуктором 15**, то после каждого слива в **холодном тигле с подвижным индуктором 15** остаётся некоторое количество стеклорасплава, которое используют в качестве стартового стеклорасплава в каждом последующем цикле остекловывания, а при закрытии **сливного устройства 28** одновременно происходит удаление стеклопробки из цилиндрического канала усечённого конуса верхней крышки **сливного устройства 28**, образующейся каждый раз в конце слива.

Использование в качестве **аппарата обезвоживания выпарного аппарата** позволяет получать концентрат жидких гомогенных ЖРО, обладающий 30-45% степенью остаточной влажности, что предотвращает образование радиоактивной пыли, а также уменьшает степень выноса аэрозолей и летучих форм радионуклидов из **холодного тигля с подвижным индуктором** вследствие снижения остаточной влажностью температуры над поверхностью стеклорасплава, повышая безопасность работы устройства. Включение в конструкцию заявляемого устройства **вихревого аппарата**, а также использование **подвижного индуктора и холодного тигля** позволяет снизить время остекловывания радиоактивных отходов за счёт получения остекловываемого продукта с повышенной степенью дисперсности и активации его поверхности (**вихревой аппарат**), стабилизации рабочей температуры поверхности расплава (**подвижный индуктор**) и интенсификации самоперемешивания стеклорасплава (**холодный тигель**). Вышеописанная конструкция и размещение **сливного устройства** в составе **холодного тигля** также способствуют повышению производительности устройства за счёт неполного слива стеклорасплава, остаток которого используют в качестве стартового расплава в каждом последующем цикле остекловывания радиоактивных отходов, что сокращает время его проведения по сравнению с прототипом. Следствием всего вышеуказанного будет **увеличение производительности всего устройства по конечному продукту**

в 1.2 - 1.3 раза. Кроме того использование в качестве **металлического тигля холодного тигля** позволяет значительно снизить его коррозию стеклорасплавом за счёт предохраняющего действия гарниссажного слоя, повышая тем самым безопасность работы устройства. Размещение в технологической цепочке **конденсатора системы фильтрации после системы фильтрации** позволяет получать практически нерадиоактивный конденсат, не требующий необходимости его подачи в ёмкость **гомогенных ЖРО** для повторной переработки, что увеличивает производительность всего устройства по исходным перерабатываемым ЖРО. Особенность конструкции заявляемого устройства, позволяющая подавать **гетерогенные ЖРО**, содержащие РИОС на остекловывание минуя **аппарат обезвоживания** и исключая его выход из строя обеспечивает расширение применимости заявляемого устройства по отношению к различным по составу радиоактивным отходам. Раздельное исполнение **узла обезвреживания отходящих газов** обеспечивает работу устройства в целом, т.к. попадание парогазовой смеси, содержащей повышенное количество влаги, из **аппарата обезвоживания в систему фильтрации** приведёт к её быстрому выходу из строя. Использование **абсорбционной установки и каталитического реактора** обеспечивает снижение содержания в сбрасываемых после газоочистки в атмосферу газах хлорсодержащих и нитрозных компонентов до предельно допустимых норм.

Авторы:

Соболев И. А.

Дмитриев С.А.

Лифанов Ф. А.

Кобелев А.П.

Савкин А.Е.

Захаренко В. Н.

Корнев В. И.

Князев О. А.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.С.Никифоров, В.В.Куличенко, М.И.Жихарев, **“ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ”**, Москва, Энергоатомиздат, 1985, стр. 9-10.
2. А.С.Никифоров, В.В.Куличенко, М.И.Жихарев, **“ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ”**, Москва, Энергоатомиздат, 1985, стр. 100-102.
3. А.С.Никифоров, В.В.Куличенко, М.И.Жихарев, **“ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ”**, Москва, Энергоатомиздат, 1985, стр. 87-88.
4. А.С.Никифоров, В.В.Куличенко, М.И.Жихарев, **“ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ”**, Москва, Энергоатомиздат, 1985, стр. 85, 93-94.
5. А.С.Никифоров, В.В.Куличенко, М.И.Жихарев, **“ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ”**, Москва, Энергоатомиздат, 1985, стр. 71-72.
6. Д.Д. Логвиненко, О.П.Шеляков, **“ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АППАРАТАХ С ВИХРЕВЫМ СЛОЕМ”**, Киев, “ТЕХНИКА”, 1976, стр. 5-65.
7. Л.Л.Тир, А.П.Губченко, **“ИНДУКЦИОННЫЕ ПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ И ЧИСТОТЫ”**, Москва, Энергоатомиздат, 1988, стр. 54-57.
8. А.С.Никифоров, В.В.Куличенко, М.И.Жихарев, **“ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ”**, Москва, Энергоатомиздат, 1985, стр. 112-115.
9. А.Н.Плановский, В.М.Рамм, С.З.Каган, **“ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ”**, Москва, “Химия”, 1968, стр. 430.
10. Д.Д. Логвиненко, О.П.Шеляков, **“ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АППАРАТАХ С ВИХРЕВЫМ СЛОЕМ”**, Киев, “ТЕХНИКА”, 1976, стр. 75-78.

## ФОРМУЛА

1. Устройство для остекловывания радиоактивных отходов, содержащих ионообменные смолы, включающее ёмкость гомогенных жидких радиоактивных отходов, аппарат обезвреживания, металлический тигель с индуктором, имеющий сливное устройство, ёмкость со стеклообразователями, снабжённую дозатором, а также узел обезвреживания отходящих газов, содержащий систему фильтрации соединённую с конденсатором системы фильтрации, который своим выходом соединён с ёмкостью конденсатора системы фильтрации, отличающееся тем, что ёмкость гомогенных жидких радиоактивных отходов соединена с аппаратом обезвреживания через дополнительно установленную ёмкость аппарата обезвреживания, через которую также соединены между собой выход концентрата гомогенных жидких радиоактивных отходов аппарата обезвреживания и жидкостной вход аппарата обезвреживания, в качестве которого используют выпарной аппарат, причём коммуникация, соединяющая ёмкость аппарата обезвреживания с жидкостным входом аппарата обезвреживания соединена с металлическим тиглем, в качестве которого используют холодный тигель, чей индуктор выполнен подвижным, через дополнительно и последовательно установленные ёмкость-смеситель, ёмкость-накопитель, вихревой аппарат и питатель, электрически связанный с механизмом перемещения подвижного индуктора холодного тигля, причём ёмкость-смеситель соединена через дозатор стеклообразователей с ёмкостью со стеклообразователями и через дозатор гетерогенных жидких радиоактивных отходов с ёмкостью гетерогенных жидких радиоактивных отходов, узел обезвреживания отходящих газов выполнен раздельным и состоит из узла обезвреживания отходящих газов аппарата обезвреживания, включающего последовательно подсоединённые к газовому выходу аппарата обезвреживания се-

паратор и конденсатор аппарата обезвоживания и узла обезвреживания отходящих газов холодного тигля, который дополнительно содержит абсорбционную установку, последовательно соединённую с подогревателем, каталитическим реактором и конденсатором каталитического реактора, причём холодный тигель своим газовым выходом соединён со входом системы фильтрации, которая своим газовым выходом соединена со входом конденсатора системы фильтрации, а выходом фильтрата - со входом холодного тигля, ёмкость конденсатора системы фильтрации своим газовым выходом соединена с газовым входом абсорбционной установки, а выходом конденсата - с системой циркуляции промывной жидкости абсорбционной установки, а сливное устройство холодного тигля состоит из сливной трубки, расположенной внутри водоохлаждаемой рубашки, верхней крышки, нижней крышки и водоохлаждаемого сливного затвора с конусообразным наконечником, причём водоохлаждаемая рубашка состоит из имеющей отверстия для подвода воды "U" - образной стенки, выполненной цельной, причём торцевые части "U" - образной стенки соединены плоской стенкой, которой водоохлаждаемая рубашка встроена в корпус холодного тигля таким образом, что водоохлаждаемые трубки корпуса холодного тигля соединены с отверстиями для подвода охлаждающей воды "U"- образной стенки, а плоская стенка водоохлаждаемой рубашки является частью внешней поверхности корпуса холодного тигля, верхняя крышка сливного устройства, расположена выше уровня днища холодного тигля, закрывает сверху сливную трубку и водоохлаждаемую рубашку и имеет в своём составе отверстия для вывода охлаждающей воды, соединённые с водоохлаждаемыми трубками корпуса холодного тигля и цилиндрический канал для слива стеклорасплава, расположенный внутри усечённого конуса, являющегося частью корпуса верхней крышки и размещённого таким образом, что его меньшее основание



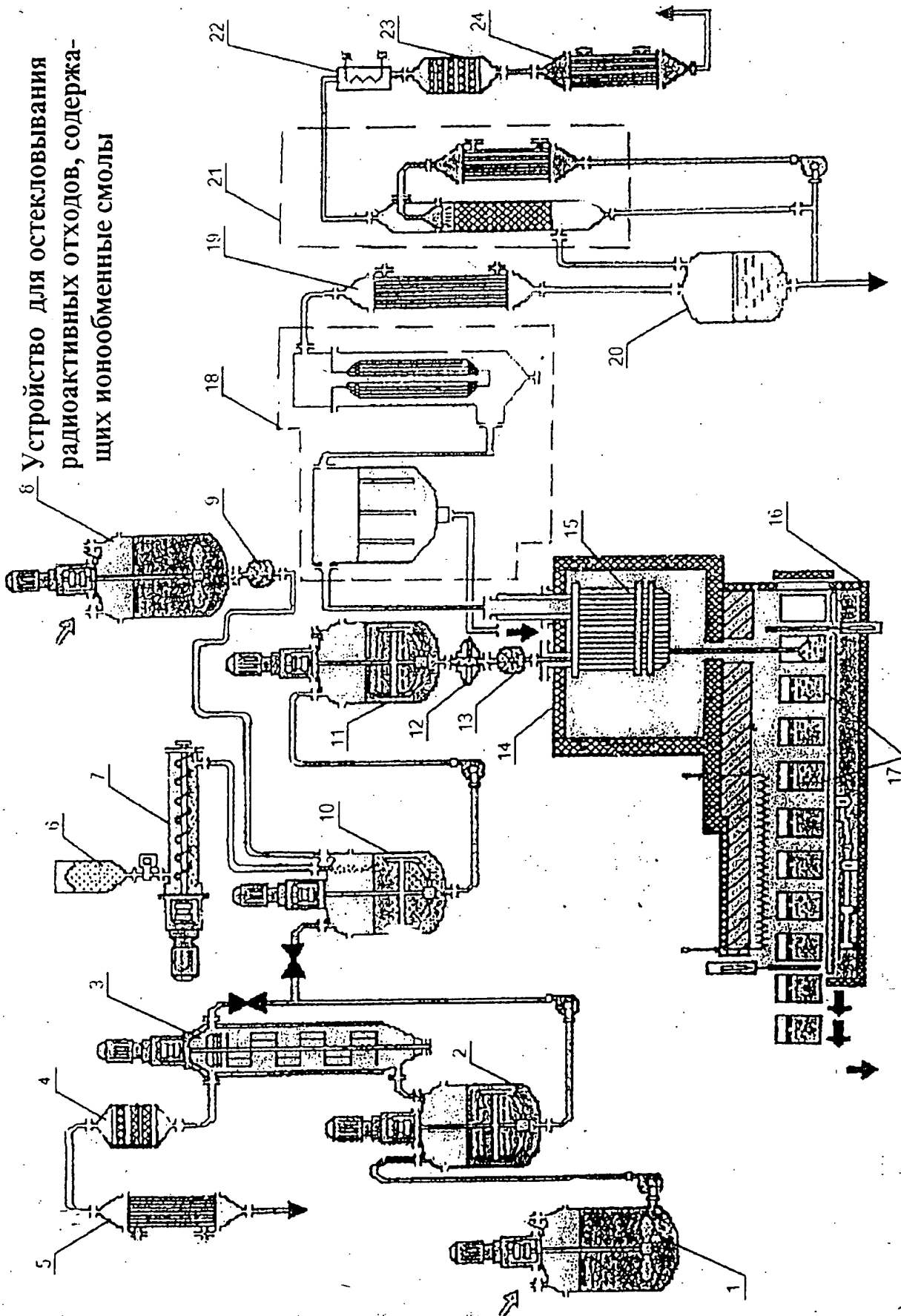
находится внутри сливной трубки, причём сливная трубка и усечённый конус корпуса верхней крышки с цилиндрическим каналом для слива стеклорасплава расположены коаксиально, нижняя крышка закрывает снизу водоохлаждаемую рубашку, встроена в днище холодного тигля и имеет отверстие для вывода сливной трубки за пределы корпуса холодного тигля.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве выпарного аппарата используют плёночный испаритель или теплообменник "труба в трубе"

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве вихревого аппарата используют аппарат типа ВА-100, АВС-100, АВС-150

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что водоохлаждаемый сливной затвор с конусообразным наконечником имеет в своём составе внешнюю трубку, имеющую штуцер отвода охлаждающей воды и внутреннюю трубку, имеющую штуцер подвода охлаждающей воды, расположенные коаксиально, а конусообразный наконечник, состоит из двух усечённых конусов и замыкающего конуса, причём первый усечённый конус закреплён своим большим основанием на нижнем конце внешней трубки, второй усечённый конус своим большим основанием закреплён на меньшем основании первого усечённого конуса, а замыкающий конус закреплён своим основанием на меньшем основании второго усечённого конуса, а сами усечённые конуса выполнены полыми и расположены соосно с замыкающим конусом и трубками водоохлаждаемого сливного затвора

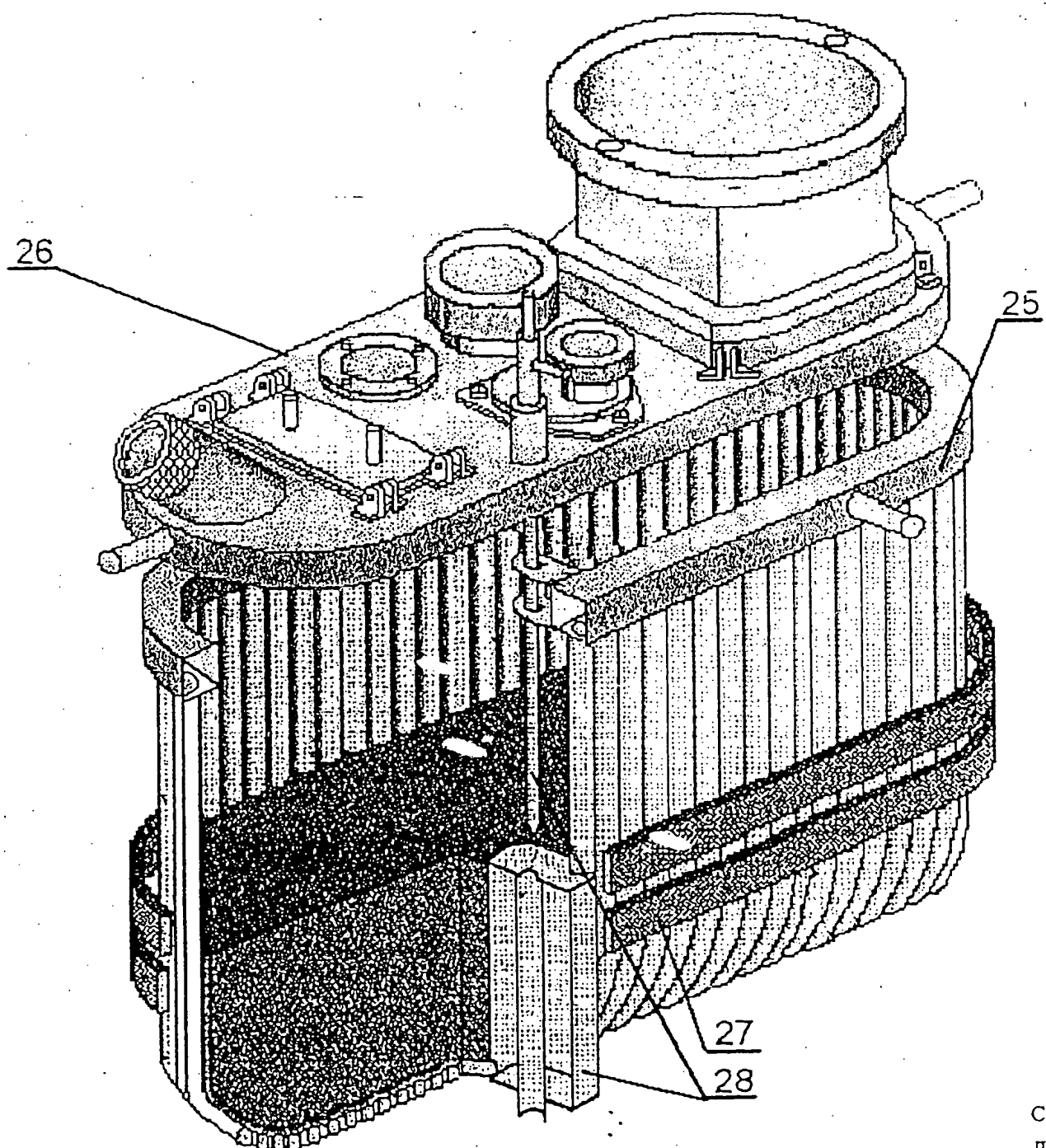
8 Устройство для остекловывания  
радиоактивных отходов, содержа-  
щих ионообменные смолы



Фиг. 4.

Соболев И.А.  
Дмитриев С.А.  
Лифанов Ф.А.  
Кобелев А.П.  
Савкин А.Е.  
Захаренко В.Г.  
Корнев В.И.  
Князев О.А.

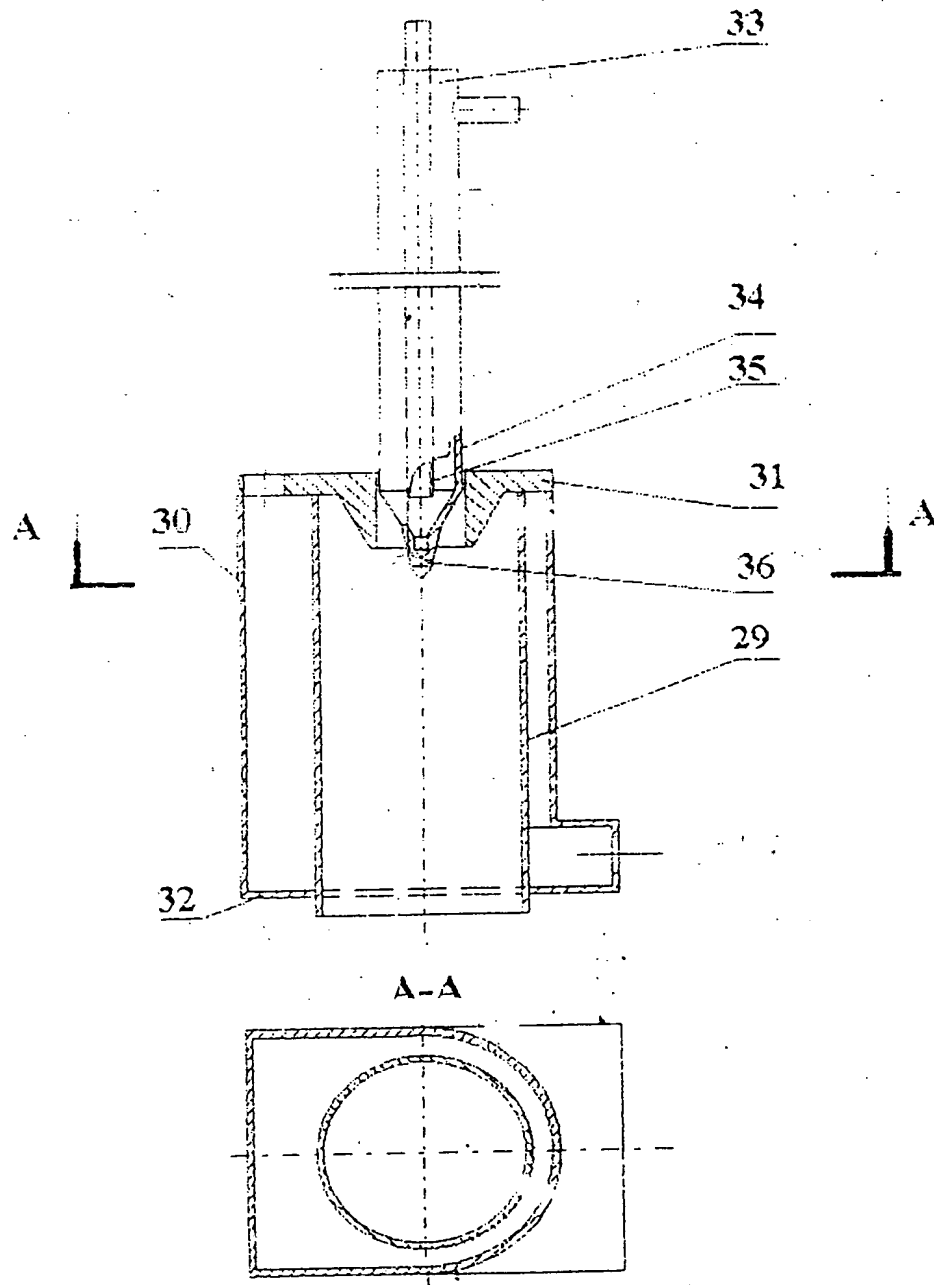
Устройство для остекловывания  
радиоактивных отходов, содержа-  
щих ионообменные смолы



Фиг. 2.

Соболев И.А.  
Дмитриев С.А.  
Лифанов Ф.А.  
Кобелев А.П.  
Савкин А.Е.  
Захаренко В.И.  
Корнев В.И.  
Князев О.А.

Устройство для остекловывания  
радиоактивных отходов, содержа-  
щих ионообменные смолы



фиг. 3

Соболев И.А.  
Дмитриев С.А.  
Лифанов Ф.А.  
Кобелев А.П.  
Савкин А.Е.  
Захаренко В.Н.  
Корнев В.И.  
Князев О.А.

The essence of the claimed invention is illustrated in the drawings, wherein:

Fig 1 shows a general view of the installation;

Fig. 2 shows a general view of a cold crucible having a moveable inductor;

Fig. 3 shows a side view and top view of the discharge device, in cross-section.

The installation for vitrification of radioactive waste that includes the ion-exchange resins comprises: vessel 1 of homogeneous liquid radioactive waste, dehydration device vessel 2, dehydration vessel 3, separator 4, dehydration device condenser 5, vitrifiers vessel 6, vitrifiers meter 7, heterogeneous liquid radioactive waste vessel 8, heterogeneous liquid radioactive waste meter 9, mixing vessel 10, accumulating vessel 11, vortex device 12, feeder 13, metal casing 14, cold crucible with moveable inductor 15, annealing furnace 16, receiving containers 17, filtration system 18, filtration system condenser 19, filtration system condenser vessel 20, absorbing device 21, heater 22, catalytic reactor 23, and catalytic reactor condenser 24.

The cold crucible having moveable inductor 15 includes cold crucible 25, cold crucible lid 26, moveable inductor 27, and discharge device 28.

Discharge device 28 comprises discharge tube 29, water-cooled jacket 30, upper lid 31, lower lid 32 and water-cooled discharge gate 33.

Water-cooled discharge gate 33 comprises external tube 34, internal tube 35 and con-shaped tip 36.

The apparatus operates as follows.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**